

Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla
Materia Fisicoquímica I Grupo 106-A Fecha 18/04/23
Estudiante Benito Morales Adolfo Ángel

EL EQUILIBRIO LIQUIDO - SÓLIDO PARA SISTEMAS BINARIOS

El equilibrio sólido-liquido es una división más de los equilibrios de interfaces. Es aquella combinación de condiciones en que una sustancia pura en estado líquido puede estar en equilibrio con su estado sólido o bien una mezcla de sustancias en solución puede solidificarse y estar ambas fases en equilibrio.

El comportamiento de fases de los estados sólido-liquido es la base para los procesos de separación de la ingeniería química. Para sistemas binarios se pueden observar comportamientos sólido/sólido/liquido/sólido y sólido/liquido/sólido.

EQUILIBRIO DE FASES

El potencial químico de un componente dado es el mismo en todas las fases en las que el componente está presente.

EQUILIBRIO SÓLIDO - LIQUIDO

Sólido a Líquido (A+B). Al disminuir la temperatura se alcanza el límite de solubilidad del soluto en el disolvente; solución saturada de A en B.

Sólido B \rightarrow Líquido (A+B)

A una determinada temperatura solidifica el disolvente, se ha alcanzado el punto de solidificación de la disolución.

ECUACIONES DE TRABAJO

Cuando se tienen soluciones considerablemente diluidas como para tomarse como ideales es aplicable la ecuación de Van't Hoff.

$$\ln X_i = - \frac{\Delta H_{fus}}{R} \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{0i}} \right]$$

Dónde:

X_i = fracción molar del componente i

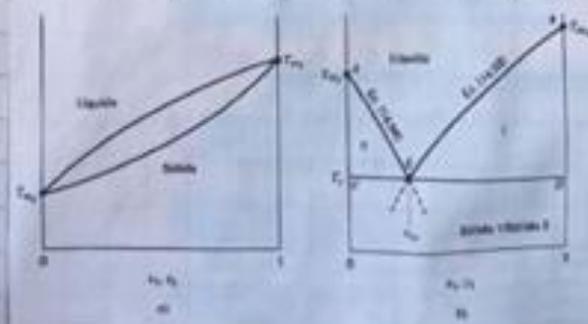
ΔH_{fus} = Entalpia molar de fusión del componente i

T = temperatura de equilibrio correspondiente a la composición X_i

T_{0i} = temperatura de fusión del componente i puro.

Desarrollando esta ecuación se encuentra que para una mezcla binaria cuando las soluciones son infinitamente diluidas, la ecuación se transforma para dar:

$$\frac{(T - T_{0i})}{X_i} = - \frac{RT_{0i}^2}{\Delta H_{fus}}$$



Instrumento de Evaluación.

Lista de Cotejo para evaluar trabajo de investigación.

Nombre de la Materia: <i>Fisicoquímica I</i>	<i>Grupo: 406-A</i>
<i>Profesor: Ing. Manuel Montoya N.</i>	<i>Instituto: ITSSAT</i>
<i>Alumno: BENITO MAZABA ADOLFO ANGEL</i>	<i>Unidad: 2</i>
	<i>Fecha de aplicación: 18-04-2023</i>

Objetivo educacional:

Genera diagramas de fases para conocer la composición del sistema en equilibrio y calcula la constante de equilibrio en un sistema ideal y no ideal de una reacción homogénea y heterogénea, en función de la presión o concentración para determinar la composición en equilibrio y el sentido de la reacción.

VALOR DEL REACTIVO	CARACTERÍSTICA A CUMPLIR (REACTIVO)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
10%	Investigo los conceptos requeridos.	√		
5%	Definió en forma correcta el contenido.	√		
5%	Realizo su trabajo a mano y con ortografía correcta.	√		
5%	Es un trabajo limpio, ordenado y presenta margen.	√		
5%	Lo entrego en tiempo y forma.	√		
30%	CALIFICACIÓN	30		

Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla
Materia: Fisicoquímica I Grupo: 406-A Fecha: 18/04/23
Estudiante: Benito Matara Adolfo Angel

GLOSARIO

- 1. Constante de Equilibrio:** Es una variable que describe la tendencia de una reacción química a completarse, lo que significa que todos los reactivos se convierten en productos.
- 2. Curvas de Equilibrio:** Las curvas representan los puntos en los que dos de las fases coexisten en equilibrio. En el punto coexisten T + vapor, líquido + sólido, etc.
- 3. Diagrama de Fases:** Es un gráfico que muestra las condiciones de temperatura y presión a las que una sustancia existe en estado sólido, líquido + gaseoso. También muestra curvas de equilibrio presión-temperatura: sólido-líquido, líquido-gas, gas-sólido.
- 4. Ebullición:** Proceso físico en el que un líquido pasa a estado gaseoso a alta temperatura. También puede incluir al movimiento agitado y con burbujas de un líquido al elevar su temperatura.
- 5. Ecuación de Clapeyron:** Relaciona los cambios en la presión de vapor y la temperatura en una transición de fase o cambio de estado.

6. **Equilibrio de Fases**: Se refiere cuando dos o más fases de un sistema están en equilibrio entre sí. En este estado, la temperatura, la presión y el potencial químico son uniformes en todo el sistema.

7. **Equilibrio Químico**: Se establece cuando existen dos reacciones opuestas que tienen lugar simultáneamente a la misma velocidad.

8. **Fusión**: Designa el proceso que experimenta una sustancia cuando al haber alcanzado su punto de fusión, pasa del estado sólido al líquido por acción de un aumento de temperatura y a una presión determinada.

9. **Potencial Químico**: Cambio de energía que experimenta el sistema si se introduce en él una cantidad adicional, manteniendo la presión, temperatura y el volumen constantes.

10. **Reacción Heterogénea**: Es una reacción química en la que los reactivos se encuentran en fases diferentes entre sí.

11. **Reacción Homogénea**: Es una reacción química en la que los reactivos están en la misma fase entre sí.

12. **Regla de los Fases de Gibbs**: Es una relación matemática que existe entre el número de grados de libertad, el número de fases en equilibrio y el número de componentes químicos del sistema.

13. **Sublimación**: Es la transición de una sustancia directamente del estado sólido al estado gaseoso.

Instrumento de Evaluación.

Lista de Cotejo para evaluar trabajo de investigación. Glosario.

<i>Nombre de la Materia:</i> <i>Fisicoquímica I</i>	<i>Grupo: 406-A</i>
<i>Profesor: Ing. Manuel Montoya N.</i>	<i>Instituto: ITSSAT</i>
<i>Alumno: BENITO MAZABA ADOLFO ANGEL</i>	<i>Unidad: 2</i>
	<i>Fecha de aplicación: 18-04-2023</i>

Objetivo educacional:

Genera diagramas de fases para conocer la composición del sistema en equilibrio y calcula la constante de equilibrio en un sistema ideal y no ideal de una reacción homogénea y heterogénea, en función de la presión o concentración para determinar la composición en equilibrio y el sentido de la reacción.

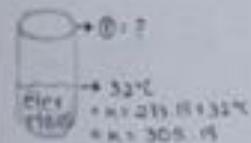
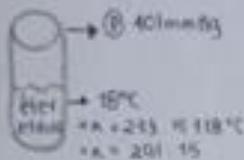
VALOR DEL REACTIVO	CARACTERÍSTICA A CUMPLIR (REACTIVO)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
2%	Investigo los conceptos requeridos.	√		
2%	Definió en forma correcta el contenido.	√		
2%	Realizo su trabajo a mano y con ortografía correcta.	√		
2%	Es un trabajo limpio, ordenado y presenta margen.	√		
2%	Lo entrego en tiempo y forma.	√		
10%	CALIFICACIÓN	10		

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRÉS TUXTLA
 MATERIA: FÍSICOQUÍMICA I GRUPO: 206-A FECHA:
 ALUMNO: BENITO MALABA ADOLFO ANGEL

23/03/23

1) El éter etílico es un líquido orgánico muy inflamable que se usa como disolvente. La presión de vapor del éter etílico es de 401 mmHg a 18°C. Calcule su presión de vapor a 32°C, si sabemos que el ΔH_{vap} es igual a 26 kJ/mol.

Solución:



Condición inicial	Condición final
$T_1, 291.15 \text{ K}$	$T_2, 305.15 \text{ K}$
$P_1, 401 \text{ mmHg}$	$P_2, ?$

$$\ln P_2 = \ln P_1 - \frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

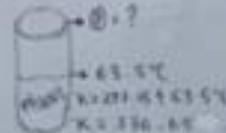
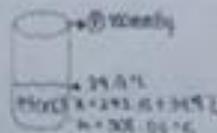
$$\ln P_2 = \ln 401 - \frac{26000 \text{ J/mol}}{8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}} \left(\frac{1}{305.15 \text{ K}} - \frac{1}{291.15 \text{ K}} \right)$$

$$\ln P_2 = 5.994 + 0.4828 \rightarrow \ln P_2 = 6.487$$

$$P_2 = e^{6.487} \rightarrow P_2 = 656.551 \text{ mmHg}$$

2) La presión de vapor del etanol es de 100 mmHg a 34.9 °C. ¿Cuál es su presión de vapor a 65.5°C (ΔH_{vap} para etanol es 39.3 kJ/mol)?

Condición inicial	Condición final
$T_1, 308.05 \text{ K}$	$T_2, 338.65 \text{ K}$
$P_1, 100 \text{ mmHg}$	$P_2, ?$



$$\ln P_2 = \ln P_1 - \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right), \quad \ln P_2 = \ln 100 - \frac{37300 \frac{\text{J}}{\text{mol}}}{8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} \left(\frac{1}{296.45 \text{ K}} - \frac{1}{273.15 \text{ K}} \right)$$

$$\ln P_2 = 4.6051 - 4726.9665 \left(2.9704 \times 10^{-3} - 3.2462 \times 10^{-3} \right)$$

$$\ln P_2 = 4.6051 - 4726.9665 \left(-2.758 \times 10^{-4} \right)$$

$$\ln P_2 = 4.6051 + 1.3036 \rightarrow \ln P_2 = 5.9087 \rightarrow P_2 = e^{5.9087}$$

$$P_2 = 368.2291 \text{ mmHg}$$

24/03/23

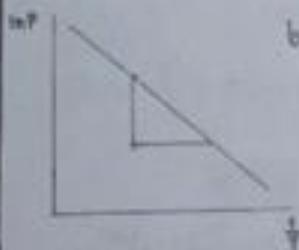
A continuación se muestran varias mediciones de presión de vapor para el mercurio a distintas temperaturas. Determina por medio de una gráfica el calor molar de vaporización del mercurio.

t °C	P (mmHg)	X (T·K)	1/T	ln P
200	17.3	473.15	0.002113	2.8507
250	74.4	523.15	0.001911	4.3099
300	246.8	573.15	0.001744	5.5095
320	376.3	593.15	0.001685	5.9301
340	557.9	613.15	0.001630	6.3211

$$\ln P = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{RT} + C$$

$$y = b \left(\frac{1}{T} \right) + C$$

$$\text{Pendiente: } \left(-\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \right)$$



$$b = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Formula de} \\ \text{la pendiente} \end{array} \right\}$$

$$b = \frac{5.9301 - 4.3099}{0.001685 - 0.001911} = \frac{1.621}{-2.26 \times 10^{-4}}$$

$$b = -7,172.56 \text{ K}$$

$$-\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} = -7,172.56 \rightarrow \Delta H_{\text{vap}} = 7172.56 \text{ K} (8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}})$$

$$\Delta H_{\text{vap}} = 59,632.6638 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

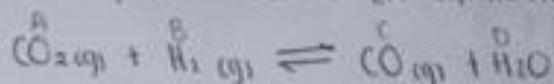
Lista de Cotejo para resolución de problemas.

Nombre de la Materia: <i>Fisicoquímica I</i>		<i>Grupo: 406-A</i>		
Profesor: <i>Ing. Manuel Montoya N.</i>		<i>Instituto: ITSSAT</i>		
		<i>Unidad: 2</i>		
<i>Alumno: BENITO MAZABA ADOLFO ANGEL</i>		<i>Fecha de aplicación: 23-03-2023</i>		
INSTRUCCIÓN				
Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.				
VALOR DEL REACTIVO	CARACTERÍSTICA A CUMPLIR (REACTIVO)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
4%	Presenta un trabajo limpio y ordenado.	√		
4%	Escribe los ejercicios en forma clara en su trabajo.	√		
4%	Utiliza las ecuaciones y fórmulas adecuadas.	√		
4%	La respuesta de los ejercicios es la correcta.	√		
4%	Presenta los resultados en forma clara.	√		
20%	CALIFICACIÓN	20		

40%

Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla
Materia: Fisicoquímica I Grupo 406-A Fecha: 26/09/2023
Estudiante: Benito Maroto Adolfo Ángel. EXAMEN U2

1. Considere la siguiente reacción en equilibrio a 400°C



Si las concentraciones en el equilibrio de las especies reaccionantes son $[\text{CO}_2] = 0.025 \text{ M}$, $[\text{CO}] = 0.043 \text{ M}$, $[\text{H}_2] = 0.025$ y $[\text{H}_2\text{O}] = 0.020 \text{ M}$. Calcule $K_c \cdot 10^2$.

$$K_c = \frac{[\text{C}]^c \cdot [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b} \rightarrow K_c = \frac{[\text{CO}]^1 \cdot [\text{H}_2\text{O}]^1}{[\text{CO}_2]^1 \cdot [\text{H}_2]^1}$$

$$K_c = \frac{[0.025 \text{ M}]^1 \cdot [0.020 \text{ M}]^1}{[0.043 \text{ M}]^1 \cdot [0.0225 \text{ M}]^1} = \frac{5 \times 10^{-4} \text{ M}^2}{1.675 \times 10^{-4} \text{ M}^2}$$

$$K_c = 0.5368 \quad \checkmark$$

2. La constante de equilibrio (K_p) para la formación del contaminante del aire óxido nítrico, (NO), en un motor de automóvil es de 2.9×10^{-4} a 530°C.



Determine la presión parcial de NO en estas condiciones si las presiones parciales de nitrógeno y oxígeno son 1.5 atm y 0.006 atm respectivamente. 10%

$$P_T = P_{N_2} + P_{O_2} + P_{NO}$$

$$P_T = 1.5 \text{ atm} + 0.006 \text{ atm} + ?$$

$$P_T = ?$$

$$K_p = \frac{[P_{NO}]^2}{[P_{N_2}][P_{O_2}]} \rightarrow P_{N_2} \cdot K_p = \frac{[P_{NO}]^2}{P_{O_2}} \rightarrow [P_{NO}]^2 = K_p \cdot P_{N_2} \cdot P_{O_2}$$

$$[P_{NO}]^2 = 1.5 \text{ atm} \cdot 0.006 \text{ atm} = 2.7 \times 10^{-3} \text{ atm}^2$$

$$[P_{NO}]^2 = 2.61 \times 10^{-12} \text{ atm}^2$$

$$P_{NO} = \sqrt{2.61 \times 10^{-12} \text{ atm}^2} = 5.1088 \times 10^{-6} \text{ atm NO}$$

Entonces, $P_{\text{Total}} \Rightarrow P_T = P_{N_2} + P_{O_2} + P_{NO}$

$$P_T = (1.5 + 0.006 + 5.1088 \times 10^{-6}) \text{ atm}$$

$$P_T = 1.5060 \text{ atm} \quad \checkmark$$

3. La tabla siguiente de la presión de vapor del hexfluorobenceno (C_6F_6) en función de la temperatura:

Temperatura (K)	Presión vapor (torr)	$1/T$	$\ln P_{\text{vap}}$
240	2.5572	0.004167	0.939
270	18.6184	0.00370 $\times 10^{-3}$	2.9241 γ_1
300	91.1312	0.00333	4.5123
330	334.2060	0.00303 $\times 10^{-3}$	5.8117 γ_2
360	986.0418	0.00277	6.8916

$$\ln P = \frac{-\Delta H_{\text{vap}}}{RT} + c \rightarrow y = b \cdot \left(\frac{1}{T}\right) + a$$

$$\text{Pendiente} = \frac{-\Delta H_{\text{vap}}}{R}, \quad b = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

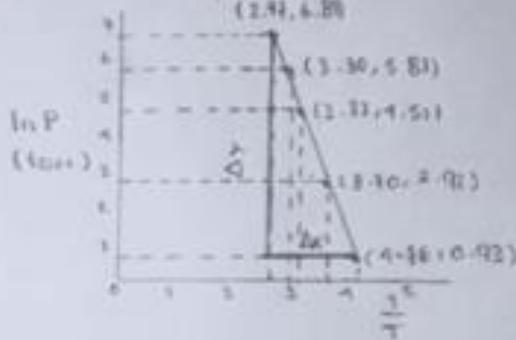
Grificando estos datos en forma apropiada, determina si se obedecen o no la ecuación de Clausius-Clapeyron. Si es así, utilice la grafica para determinar ΔH_{vap} del C_6H_6 . 10^4 .

$$b = \frac{5.8117 - 2.0241}{0.00370 - 0.00303} = \frac{3.8876}{0.00067} = 4,309.85$$

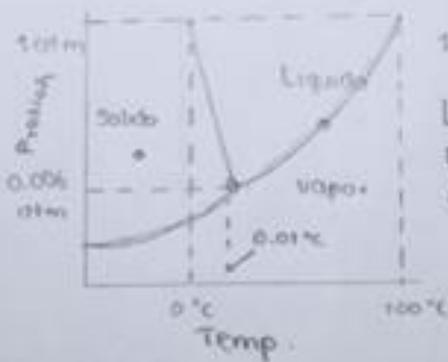
$$-\frac{\Delta H_{vap}}{R} = b \rightarrow \frac{-\Delta H_{vap}}{R} = 4,309.85 \text{ K}$$

$$\Delta H_{vap} = 4,309.85 \text{ K} (8.314 \text{ J/mol K}) = 35,832.0929 \text{ J/mol}$$

$1/T \text{ (K}^{-1}) \times 10^3$
4.167
3.704
3.333
3.003
2.778



4. Determine los grados de libertad en los puntos que se indican en el diagrama de fases de agua. 10^4



líq-gas
1 comp, 2 fases

$$L = C - F + 2$$

$$L = 1 - 2 + 2$$

$$L = 1$$

Sol-líq-gas
1 comp, 3 fases

$$L = C - F + 2$$

$$L = 1 - 3 + 2$$

$$L = 0$$

Sólido
1 comp, 1 fase
 $L = C - F + 2$
 $L = 1 - 1 + 2$
 $L = 2$